* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] It is the ceramic-metal zygote characterized by being the ceramic-metal zygote with which the metal plate is joined to the ceramic sintered compact, for this ceramic sintered compact being the magnesia sintered compact or spinel-magnesia sintered compact whose average coefficient of thermal expansion is more than 9.5x10-6/degree C, and this metal plate consisting of copper, a copper alloy, aluminum, or the aluminium alloys.
[Claim 2] Said metal is the ceramic-metal zygote which is copper or a copper alloy and was indicated by claim 1 characterized by joining said metal plate and said ceramic sintered compact through which junctional zone of the alloy layer containing an active metal, the congelation layer of the eutectic melt of copper and a copper acid ghost, or the compound layers of copper and the component of said ceramic sintered compact.
[Claim 3] It is the ceramic-metal zygote indicated by claim 1 said whose ceramic sintered compact the circuit is formed in said some of metal plates [at least], and is the substrate or package for semi-conductor mounting.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Industrial Application] Especially this invention relates to the ceramic-metal zygote excellent in thermal shock resistance about a ceramic-metal zygote.
[0002]
[Description of the Prior Art] All electronic equipment has the remarkable inclination of a miniaturization and high-performance-izing, the semi-conductor used is also progressing in the direction of large electrification, high integration, and a modularization, and the high heat dissipation property is especially demanded of the semi-conductor mounting substrate high power IC and for power modules until a computer and communication equipment result [from an industrial device] in home electronics from the first in recent years. Stripping of the heat energy is carried out, and as the radiator as cooling components which control a temperature rise, and a heat sink, there are metals, such as ceramics, such as an alumina, beryllia, alumimium nitride, silicon carbide, cubic boron nitride, and a diamond, and aluminum, an aluminium alloy, copper, a copper alloy, a tungsten, molybdenum, conventionally, and it is chosen according to the purpose, or is combined and used. Especially, since it excels in thermal conductivity and electric insulation and excels also in the mechanical property, as an ingredient which combines high heat dissipation nature and high insulation, an alumina and alumimium nitride join circuit plates, such as copper and aluminum, from the former, and are used as a ceramic substrate. Since especially copper is high temperature conduction and low resistance, and it corresponds to large power, let it be an indispensable thing.
[0003]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the coefficient of thermal expansion of metals, such as copper and aluminum, is as large as more than 16x10-6/degree C to the coefficient of thermal expansion of the common ceramic sintered compact containing the above-mentioned alumina and alumimium nitride being about 3-9x10-6/degree C. Therefore, when these ceramic sintered compact and a metal are joined, the big thermal stress resulting from the difference of coefficient of thermal expansion occurs during cooling of a junction process, neither exfoliation of a metal plate nor the crack of a ceramic sintered compact arises, or in a zygote, residual stress arises and sufficient reinforcement is not obtained. Moreover, when these zygotes are used under the thermo-cycle environment where a surrounding temperature change and a surrounding repeat thermal shock are added, the thermal stress which originates in the difference of coefficient of thermal expansion, and is generated -- the interior of a ceramic sintered compact -- a crack -- generating -- that bond strength, airtightness, and electric insulation fall **** -- just -- being alike, while exfoliation arises between a metal plate and a ceramic sintered compact Since there was a fault, like a ceramic sintered compact results in breakage, there was a problem that it could not be used as reliable components. For example, in the case of the conventional heat sink which joined copper foil with a thickness of 0.3mm to both sides of a 50x30x0.635mm alumina substrate, in the thermo cycle test which repeats -40 degree C and 30-minute maintenance, and 150 degree C and 30-minute maintenance, it almost results in breakage in 50 thru/or 200 cycle extent.

For this reason, the above-mentioned heat sink was inapplicable to the field as which high-reliability for which the high thermal shock resistance of at least 1000 or more cycles is needed is required.
[0004] Moreover, coefficient of thermal expansion was less than [an alumina equivalent extent, or it], and each of aforementioned aluminas and ceramic heat sink material other than alumimium nitride also had the large difference with the coefficient of thermal expansion of copper and aluminum, and had the problem that it was inferior to thermal shock resistance like the case of the heat sink which joined an above-mentioned alumina and copper, also in the zygote with ceramic heat sink material, copper, or aluminum which is used conventionally [these].
[0005] Then, although the approach of inserting the shock absorbing material which has both middle coefficient of thermal expansion in the junction interface of a ceramic sintered compact and a metal, the shock absorbing material which is rich in the malleability which absorbs thermal stress which is indicated by JP,56-41879,A by plastic deformation is performed There is a problem that the thermal stress resulting from it arises since the difference of a considerable coefficient of thermal expansion is also between shock absorbing material and a ceramic sintered compact by the former approach. By the latter approach When the thermal stress to generate was very large, there was a problem that stress could not fully absorb, in the plastic deformation of shock absorbing material.
[0006] It succeeds in this invention against the background of the above situation, and the purpose is in providing the bottom of the thermo-cycle environment where a thermal shock which repeats heating and cooling between a temperature change especially low temperature (for example, about -50--40 degree C), and an elevated temperature (for example, about +150 degrees C) over a long period of time is added with a ceramic sintered compact and the ceramic-metal zygote which can ease suitably problems, such as exfoliation of a metal and a crack of a ceramic sintered compact.
[0007]
[Means for Solving the Problem] In order to attain this purpose, the place made into the summary of this invention is a ceramic-metal zygote with which the metal plate is joined to the ceramic sintered compact, the ceramic sintered compact is the magnesia sintered compact or spinel-magnesia sintered compact whose average coefficient of thermal expansion is more than 9.5x10-6/degree C, and this metal plate is characterized by consisting of copper, a copper alloy, aluminum, or the aluminium alloys.
[0008]
[Function and Effect(s) of the Invention] If it does in this way, since the magnesia sintered compact and spinel-magnesia sintered compact whose coefficient of thermal expansion is more than 9.5x10-6/degree C comparatively greatly as a ceramic sintered compact are used, the difference of coefficient of thermal expansion with the metal plate joined becomes small. Therefore, while the residual stress at the time of joining is reduced, the thermal stress generated under the thermo-cycle environment where a temperature change is large and where a thermal shock which repeats heating and cooling over a long period of time especially is added is reduced sharply, exfoliation with a ceramic sintered compact and a metal plate and generating of the crack of a ceramic sintered compact are eased suitably, and the ceramic-metal zygote excellent in endurance and dependability is obtained. Moreover, since it is used for the metal plate any of the copper of high temperature conductivity, a copper alloy, aluminum, and an aluminium alloy they are, high heat dissipation nature is obtained and the ceramic-metal zygote which was further excellent in endurance and dependability is obtained. For example, in the aforementioned dimension configuration of 50x30x0.635mm, it has at least 10 or more times, i.e., the heat-resistant cycle property of 500 or more cycles, as compared with the case where a copper plate is joined to a conventional alumina or a conventional alumimium nitride substrate.
[0009] Moreover, suitably, said metal plate is copper or a copper alloy, and the metal plate and said ceramic sintered compact are joined through which junctional zone of the alloy layer containing an active metal, the congelation layer of the eutectic melt of copper and a copper acid ghost, or the compound layers of copper and the component of said ceramic sintered compact. A metal plate, a junctional zone and a ceramic sintered compact, and a junctional zone are joined firmly, respectively, and, as for such a ceramic-metal zygote, high bonding strength is obtained.
[0010] Moreover, suitably, the circuit is formed in said some of metal plates [at least], and said ceramic

sintered compact is the substrate or package for semi-conductor mounting. When such a ceramic-metal zygote is used for a power semi-conductor module etc. Since the copper which there is no generating of exfoliation, a crack, etc. and is used for the metal plate, a copper alloy, aluminum, and an aluminium alloy are also low resistance also when a temperature change arises while stripping of the heat generated with a semi-conductor, electronic parts, etc. is carried out suitably, It is suitable as the substrate of which high-reliability is required as a high current and an object for large power circuits, or a package, and may be used for a power transistor module, a microwave transistor module, a power hybrid IC substrate, etc.

[0011]

[Example] Below, one example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0012] The vehicle which uses ethyl cellulose and a terpineol as a principal component at the silver-copper system mixing powder containing the active metal of a presentation of Table 1 is added and mixed, for example, it kneads by 3 roll mills, and they are the mixed powder pastes P1-P13. It produced. Moreover, silver-copper system alloy foils H1-H13 which contain the active metal of a presentation of Table 1 separately (50 micrometers in thickness) It prepared.

[0013]

[Table 1]

No.	化学組成 (重量%)						
	Ag	Cu	Ti	Sn	Ni	Zr	In
1	68.6	26.7	4.7				
2	72.0	27.5	0.5				
3	71.6	27.9	0.5				
4	72.0	26.0	2.0				
5	70.6	27.4	2.0				
6	72.0	24.0	4.0				
7	69.1	26.9	4.0				
8	67.7	26.3	6.0				
9	66.2	25.8	8.0				
10	60.0	28.0	2.0	10.0			
11	61.5	22.0	2.0				14.5
12	72.0	24.0	2.0		2.0		
13	72.0	26.0				2.0	

[0014] Next, the ceramic substrate (magnesia substrate) 10 of No.1-No.8 which adds sintering acid to the magnesium dust which pyrolyzes a magnesium compound (for example, magnesium salt, such as a magnesium hydroxide and basic magnesium carbonate), and is obtained if needed, and sinters to it at predetermined temperature (for example, 1200 thru/or 1850 degrees C) after pressing, for example, is shown in it in the table 2 with a dimension of 50x33x0.6mm, for example was obtained. Mixed powder pastes P1-P13 of the above [both sides / of this ceramic substrate 10] It dried at 130 degrees C after printing with the thickness of about 20 micrometers, and the printing substrate 14 as shown in 104 sorts of drawing 1 by which the printing layer 12 was formed in both sides was obtained. The predetermined circuit pattern typically shown in drawing 1 is formed in one field (top face in drawing 1) of this printing substrate 14. Next, it is these printing substrate 14 N2 It degreases at 600 degrees C under an ambient atmosphere. 300 micrometers in thickness and a 350-micrometer oxygen-free-copper plate are laid on the printing layer 12 of both sides of the printing substrate 14, respectively. A spacer is minded,

for example, it is 2 0.3g/mm. The ceramic junction substrate 20 to which the copper plate 18 was joined by both sides of the ceramic substrate 10 as applied a load, for example, heat-treated for 15 minutes at 850 degrees C among the vacuum of 5x10-5torr and shown in drawing 2 through the alloy layer 16 was obtained. In addition, in this example, an alloy layer 16 is equivalent to a junctional zone.
[0015]
[Table 2]

No.	組成				相対密度 (%)	曲げ強度 (kg/mm²)	熱膨張率 (x10⁻⁶/℃)	熱伝導率 (cal/cm·sec·℃)
	主成分	純度 (wt%)	副成分	含有量 (wt%)				
1	MgO	99.9	—	—	99.5	32	14.3	0.135
2	MgO	99.0	—	—	98.0	21	13.8	0.118
3	MgO	99.0	Y_2O_3	5.0	99.5	30	13.5	0.115
4	MgO	99.0	ZrO_2	1.0	99.2	35	13.5	0.100
5	MgO	97.0	ZrO_2	3.0	99.3	39	13.0	0.090
6	MgO	99.9	SiO_2	0.05	99.7	30	13.9	0.150
7	MgO	99.0	SiO_2	0.9	99.0	25	13.6	0.142
8	MgO	98.5	SiO_2	1.0	97.5	20	13.3	0.095
9	Al_2O_3	96.0	CaO, MgO, SiO_2		99.0	39	8.1	0.050
10	AlN	97.0	Y_2O_3		99.5	41	5.3	0.430

[0016] Moreover, they are said alloy foils H1-H13 to both sides of the ceramic substrate 10 of No.1-No.8 shown in the special above-mentioned table 2. It cuts and lays in a predetermined configuration. Furthermore, an oxygen-free-copper plate with a thickness of 300 micrometers is laid on this alloy foil, and a spacer is minded, for example, it is 2 0.3g/mm. It heat-treats for 15 minutes at 850 degrees C among the vacuum of 5x10-5torr, applying a load. The above-mentioned mixed powder pastes P1-P13 The ceramic junction substrate 20 to which the copper plate 18 was joined by both sides of the ceramic substrate 10 as shown in drawing 2 through the alloy layer 16 like the case where it uses was obtained.
[0017] Moreover, said ceramic substrate, the alumina substrate of No.9 of the said dimension and a configuration, and the alumimium nitride substrate of No.10 are prepared separately, and it is the mixed powder P1-P13 like the above. And alloy foils H1-H13 It used and the copper-alumina junction substrate and the copper-alumimium nitride junction substrate were produced as an example of a comparison, respectively.
[0018] When the bonding strength of these obtained ceramic junction substrates 20 and a copper-alumina junction substrate, and a copper-alumimium nitride junction substrate was measured by the Peel strength test, any sample was 10 or more kg/cm. In addition, the Peel strength test joins a **** terminal to a junction substrate, tears off a copper plate with a tension tester in the 90-degree direction to a ceramic substrate, and measures and searches for the load at the time of separating.
[0019] Next, in order to evaluate the thermal shock resistance of the ceramic junction substrate 20 and a copper-alumina junction substrate, and a copper-alumimium nitride junction substrate, by the spalling test inside of a plane, it heated at 150 degrees C after 30-minute maintenance at -50 degrees C, and the

trial which makes 1 cycle a series of processes held for 30 minutes was repeated, and was performed. In addition, temperature control was performed very promptly by sending in cold or heat in a testing machine. Consequently, as for the ceramic junction substrate 20 (namely, junction substrate using the magnesia substrate of No.1-No.8 of Table 2), 2000 cycles after was accepted by neither, as for generating of a crack and exfoliation. On the other hand, No.9 and No.10 which are the example of a comparison which examined to coincidence While the crack generated any sample after 100 thru/or 150 cycles, and 50 thru/or 100 cycles at the ceramic side, respectively, as for the copper-alumina junction substrate and the copper-alumimium nitride junction substrate, the copper plate exfoliated. From the above trial, while the ceramic junction substrate 20 of this example had high bonding strength, having the high thermal shock resistance of 10 times or more over the past was checked.

[0020] That is, since the magnesia sintered compact with a comparatively big coefficient of thermal expansion as a ceramic substrate 10 is used, the ceramic junction substrate 20 of this example has the small difference of coefficient of thermal expansion with the joined copper plate 18. Therefore, also when a temperature change arises, the thermal stress which originates in the difference of coefficient of thermal expansion, and is generated is comparatively small, and high endurance is shown as compared with the junction substrate with which a conventional alumina substrate and a conventional alumimium nitride substrate were used.

[0021] Moreover, it is transmitted suitably [the heat generated in the ceramic substrate 10 side when it excelled in heat dissipation nature comparatively since thermal conductivity is comparatively larger than an alumina as a magnesia sintered compact is shown in Table 2, and used for a heat sink etc.] from a metal plate 18, i.e., copper plate, side, stripping is carried out suitably from a metal plate side, and a much more reliable ceramic-metal zygote is obtained.

[0022] Moreover, since high temperature conductivity and the copper plate 18 of low resistance are used as a metal body and the circuit is formed in the copper plate 18 of one field, while excelling in heat dissipation nature, it can respond to a high current, and a ceramic-metal zygote reliable also as an object for large power circuits is obtained.

[0023] Moreover, since a ceramic substrate 10 and a copper plate 18 are joined through the silver-copper system alloy layer containing an active metal, an active metal is spread near the interface of a ceramic substrate 10 and a copper plate 18 at the time of heat-treatment, and still higher bonding strength is obtained.

[0024] Moreover, since the oxygen-free-copper plate is used as a metal plate to join, the wettability of a copper plate and an alloy layer is good, and since there is no fall of the activity of the active metal resulting from the reaction of the active metal in a junctional zone and the oxygen in a copper plate, the firm zygote of a copper plate and a ceramic sintered compact is obtained.

[0025] Moreover, since the copper plate 18 of **** thickness is joined by both sides of a ceramic substrate 10, also when the thermal stress resulting from a temperature change occurs, the thermal stress generated by both sides is offset, and the ceramic junction substrate 20 with still higher endurance is obtained.

[0026] In addition, since the ceramic junction substrate 20 of this example is made into the structure where thermal stress is reduced as mentioned above, it can shorten the cooldown delay at the time of said heat-treatment as compared with the conventional junction substrate. Therefore, while a production process is shortened, control of heat-treatment becomes easy, and it succeeds in low cost-ization. In addition, when said spalling test machine estimated the ceramic junction substrate 20 which took the cooling rate (namely, rate which the crack of exfoliation or an alumina substrate will produce if it is a copper-alumina junction substrate) very earlier than before, having the thermal shock resistance of 1000 or more cycles was checked.

[0027] Next, other examples of this invention are explained.

[0028] 13 kinds of paste P14 -P26 which contains W or Mo to silver-copper system mixing powder like said 1st example after adding the refractory metal powder (for example, tungsten (W) powder, molybdenum (Mo) powder, or these mixed powder) of interior weight [of 20] % to the silver-copper system mixing powder containing the active metal of a presentation of Table 1 It produced.

[0029] Next, it is above-mentioned paste P14 -P26 to substrate 10 both sides like the 1st example using the magnesia substrate of No.1-No.8 of Table 2. Print and the oxygen-free-copper plate after cleaning is laid. The ceramic-metal junction substrate 20 to which the copper plate 18 was joined by both sides of the ceramic substrate 10 as heated for 15 minutes at 850 degrees C among the vacuum of 1x10-5torr and shown in drawing 2 was obtained. Each Peel reinforcement of the obtained junction substrate 20 was 10 or more kg/cm. When thermal shock resistance was evaluated like [this junction substrate 20] the 1st example, as for the crack of a ceramic substrate 10, or exfoliation of a copper plate 18, neither was accepted after 2000 cycles.

[0030] Also in this example, the coefficient-of-thermal-expansion difference of a ceramic substrate 10 and a copper plate 18 as well as the 1st above-mentioned example is small, since the thermal stress to generate is eased, it has high thermal shock resistance and the ceramic-metal zygote of high dependability is obtained. Moreover, in this example, since the ceramic substrate 10 and the copper plate 18 are joined to silver-copper system mixing powder through the alloy layer which refractory metal powder contained, coefficient of thermal expansion of an alloy layer is made small with a refractory metal, and the thermal stress resulting from the difference of the coefficient of thermal expansion of a ceramic substrate 10 and a copper plate 18 is reduced further, it excels in thermal shock resistance further, and the ceramic-metal zygote which has high dependability is obtained.

[0031] Next, the example of further others of this invention is explained.

[0032] For example, were obtained by mixing and carrying out pressing of magnesia powder and the spinel powder at a predetermined rate. No.11 -No.16 shown in the table 3 with a dimension of 50x33x0.6mm They are said mixed powder pastes P1-P13 like the 1st example except having used the spinel-magnesia substrate (sintered compact). And alloy foils H1-H13 (50 micrometers in thickness) It uses. The ceramic junction substrate (spinel-magnesia system junction substrate) 20 to which the oxygen-free-copper plate was joined by substrate both sides as shown in drawing 2 was obtained. Moreover, the copper-spinel junction substrate was produced similarly, using the spinel substrate of No.17 as an example of a comparison. When the Peel reinforcement of these obtained ceramic junction substrates 20 and a copper-spinel junction substrate was measured, all showed the value of 10 or more kg/cm.

[0033]

[Table 3]

No.	組成			相対密度 (%)	曲げ強度 (kg/mm²)	熱膨張率 (x10⁻⁶/℃)	熱伝導率 (cal/cm·sec·℃)
	MgO (wt%)	Al_2O_3 (wt%)	MgO+Al_2O_3 純度(%)				
1 1	50	50	99.5	99.2	44	9.6	0.045
1 2	65	35	99.5	99.5	45	11.1	0.072
1 3	80	20	99.5	99.5	40	12.5	0.099
1 4	90	10	99.9	99.5	35	13.4	0.117
1 5	95	5	99.9	99.5	34	13.8	0.125
1 6	97	3	99.9	99.5	34	14.2	0.130
1 7	28	72	99.5	99.5	32	7.6	0.035

[0034] Next, in the above-mentioned ceramic junction substrate 20 and the copper-spinel junction

substrate, when thermal shock resistance was evaluated like the 1st example, the crack of a ceramic substrate 10 and exfoliation of a copper plate 18 were accepted for the ceramic junction substrate 20 by neither after 1000 cycles. On the other hand, No.17 with a coefficient of thermal expansion of the example of a comparison as low as 7.6x10-6 Exfoliation of a copper plate 18 produced the copper-spinel junction substrate using the substrate of a presentation while the crack occurred in the substrate after 200 cycles.

[0035] That is, also in this example, like the 1st example, since the difference of the coefficient of thermal expansion of a ceramic substrate 10 and a copper plate 18 is small, the thermal stress generated when a temperature change arises is reduced, and the ceramic junction substrate 20 shows high thermal shock resistance and endurance.

[0036] Moreover, in this example, since the ceramic sintered compact with which the spinel was mixed by the magnesia is used as a substrate, damage on the substrate by digestion of a magnesia sintered compact is controlled, and still higher endurance and dependability are acquired. This is considered because the crystal front face of a magnesia is protected when a spinel is distributed by the grain boundary of a magnesia.

[0037] Next, the example of further others of this invention is explained.

[0038] No.1-No.8 of the table 2 with a dimension of 50x33x0.6mm (magnesia sintered compact), No.11 of Table 3 As opposed to the ceramic substrate 10 of -No.16 (spinel-magnesia sintered compact) Tough pitch electrolytic copper foil (300 micrometers in thickness, 350 micrometers) is laid in an inferior surface of tongue on a substrate, and it is N2. Heat-treat for 5 minutes, it was made to join at the temperature of about 1075 degrees C among an ambient atmosphere, and the ceramic junction substrate 20 as shown in drawing 2 was obtained. Moreover, the alumina substrate of No.9 and No.10 An alumimium nitride substrate and No.17 The copper-alumina junction substrate, the copper-alumimium nitride junction substrate, and the copper-spinel junction substrate were similarly obtained using the spinel substrate. when the Peel reinforcement of these profit **** junction substrate was measured, all showed the value of 10 or more kg/cm.

[0039] Next, these ceramic junction substrate 20, a copper-alumina junction substrate, a copper-alumimium nitride junction substrate, The place which evaluated thermal shock resistance for the copper-spinel junction substrate like the 1st example, The crack of a ceramic substrate 10 and exfoliation of a copper plate 18 were accepted for the ceramic junction substrate 20 (namely, the magnesia junction substrate of No.1-No.8 and the spinel-magnesia junction substrate of No.11 -No.16) by neither after 1000 cycles. On the other hand, the copper-alumina junction substrate of No.9 and No.10 which are an example of a comparison A copper-alumimium nitride junction substrate and No.17 While the crack generated the copper-spinel junction substrate after 150, 100, and 150 cycles at the ceramic substrate side, respectively, the copper plate exfoliated.

[0040] That is, also in this invention, like the 1st example, since the difference of the coefficient of thermal expansion of a ceramic substrate 10 and a copper plate 18 is small, the thermal stress generated when a temperature change arises is reduced, and high thermal shock resistance and endurance are shown.

[0041] In addition, in this example, the copper plate 18 is joined with an eutectic reaction with a ceramic substrate 10, or compounds (a principal component, sintering acid, glass morphogenetic substance, etc.) with the component of a ceramic substrate 10, and the congelation or said compound of eutectic melt is generated by the junctional zone.

[0042] Next, the example of further others of this invention is explained.

[0043] No.1-No.8 and No.11 -No.16 of the table 2 with a dimension of 50x33x0.6mm and Table 3 As opposed to a ceramic substrate 10 An aluminum plate (300 micrometers in thickness) is laid in the vertical side of a substrate through aluminum-silicon wax material with a thickness of 50 micrometers. A spacer is minded, for example, it is 2 0.3g/mm. The ceramic junction substrate 20 to which the aluminum plate was joined by both sides as it heat-treated for 15 minutes at the temperature of 610 degrees C among the vacuum of 10-5torr, applying a load and was shown in drawing 2 was obtained. To coincidence, it is No.9, No.10, and No.17. The alumina substrate, the alumimium nitride substrate, and

the spinel substrate were processed similarly, and the aluminum-alumina junction substrate, the aluminum-alumimium nitride junction substrate, and the aluminum-spinel junction substrate were obtained. when the Peel reinforcement of these profit **** junction substrate was measured, all were 8 or more kg/cm.

[0044] Next, in these junction substrates, when the same approach as the 1st example estimated thermal shock resistance, the crack of a ceramic substrate 10 and exfoliation of an aluminum plate 18 were accepted for the ceramic junction substrate 20 (namely, the magnesia junction substrate of No.1-No.8 and the spinel-magnesia junction substrate of No.11 -No.16) by neither after 1000 cycles. On the other hand, the aluminum-alumina junction substrate of No.9 and No.10 which are an example of a comparison An aluminum-alumimium nitride junction substrate and No.17 While the crack generated the aluminum-spinel junction substrate after 150, 100, and 150 cycles at the ceramic substrate side, respectively, the aluminum plate exfoliated.

[0045] That is, also in this example, like the 1st example, since the difference of the coefficient of thermal expansion of a ceramic substrate 10 and an aluminum plate 18 is made smaller than before, the thermal stress generated when a temperature change arises is reduced, and the ceramic junction substrate 20 shows high thermal shock resistance and endurance.

[0046] Drawing 3 is drawing in which the aforementioned ceramic junction substrate 20 which is one example of this invention shows typically the example applied to the power semi-conductor module 22. The semiconductor device 24 is joined through the solder layer 26 to some copper plates 18 joined by one field of the ceramic junction substrate 20 by having a circuit pattern. Moreover, the semiconductor device 24 is connected to other parts of a copper plate 18 by wiring 28. As the above-mentioned example explained, the copper plate 18 as a heat sink is joined to the field where the above-mentioned semiconductor device 24 of a ceramic substrate 10 is joined by the field of the opposite side (refer to drawing 2), and the ceramic junction substrate 20 used for this power semi-conductor module 22 has the thermal shock resistance which stripping of the heat generated in the semiconductor device 24 was suitably carried out, and was excellent, endurance, and dependability. In addition, in this example, an alloy layer 16 omits and is shown.

[0047] Drawing 4 is a sectional view in which said ceramic junction substrate 20 shows typically the example applied to other power semi-conductor modules 30. Since the near structure of the field where the semiconductor device 24 is joined to the ceramic substrate 10 is the same as the above-mentioned power semi-conductor module 22 and an outline, explanation is omitted. A copper plate 18 is joined through an alloy layer 16 by the field of the opposite side of a ceramic substrate 10, and the heat sink 32 is further joined through the solder layer 34. Therefore, stripping of the heat generated in the semiconductor device 24 much more efficiently as compared with the above-mentioned power semi-conductor module 22 is carried out. In addition, in order to raise heat dissipation effectiveness to a heat sink 32 further, many fins 36 are formed in the opposite side of the solder layer 34, and surface area is enlarged. Moreover, in this example, a copper plate 18 forms a part of circuit not as a heat sink but as a conductor, and is used.

[0048] As mentioned above, although one example of this invention was explained to the detail, mode with still more nearly another this invention is also carried out.

[0049] The configuration of a magnesia sintered compact and a spinel-magnesia sintered compact is made to the thing according to cylindrical ****** besides [example] tabular, and, as for the shaping approach of a powder-molding object, a doctor blade method, powder compression moulding technique, an injection-molding method, etc. are chosen according to an application or a configuration.

[0050] Moreover, the process of a magnesium sintered compact is good also by adding sintering acid if needed and calcinating after fabricating in a predetermined configuration using the high grade magnesium dust obtained by not being restricted to what was shown in the example, for example, burning the metal magnesium of a high grade in the oxygen air current of a high grade (vapor phase oxidation). If it does in this way, the magnesium sintered compact of a high grade will be obtained further. It is few, and condensation is excellent in a degree of sintering, and the above-mentioned magnesium dust has it. [especially desirable]

[0051] Moreover, the process of a spinel-magnesia sintered compact is not restricted to what was shown in the example, for example, may do shaping and baking of the mixture of a magnesia compound and a spinel compound using the spinel-magnesia powder pyrolyzed and obtained. In addition, the synthetic approach of spinel-magnesia mixing powder or spinel powder is mentioned as an approach that the approach (coprecipitation method) of mixing magnesium salt and an aluminum salt so that it may become a spinel-magnesia mixing presentation or a spinel presentation, and obtaining a coprecipitate, a freeze drying method, evaporative decomposition, the alkoxide method, an underwater spark discharge method, etc. are desirable.
[0052] Even if sintering acid and an accessory constituent contain in 20 or less % of the weight of the range, it does not interfere with a magnesia sintered compact and a spinel-magnesia sintered compact. however, the property of a sintered compact -- coefficient of thermal expansion -- more than 9.5x10-6/degree C -- it is preferably desirable, in order that more than 12.5x10-6/degree C may reduce thermal stress and it may acquire high endurance and dependability still more preferably, more than 11x10-6/degree C and. That is, a heat-resistant cycle property improves by bringing close to the coefficient of thermal expansion of the metal body to join as much as possible. Moreover, it is preferably desirable [thermal conductivity] still more preferably from the field of heat dissipation nature that they are more than 0.09 cal/cm-sec and ** more than 0.07 cal/cm-sec and ** more than 0.04 cal/cm-sec and **.
[0053] Moreover, the flexural strength of a magnesia sintered compact and a spinel-magnesia sintered compact is 2 15 kgf/mm. It is required to be above. 15kgf/mm2 It becomes what has thermal shock resistance with the inadequate following. It is 2 20 kgf(s)/mm preferably. It is 2 25 kgf(s)/mm still more preferably above. It is desirable that it is above. Thermal shock resistance is the function of flexural strength, and still higher thermal shock resistance is obtained by making flexural strength still higher.
[0054] Moreover, as for a magnesia sintered compact and a spinel-magnesia sintered compact, it is desirable that relative density is 95 less than 5%% or more, i.e., porosity. It is because an open pore will increase, it will have absorptivity and the water resisting property (namely, slaking resistance or hydration-proof) of a sintered compact will fall, while a mechanical strength falls if porosity becomes high. The relative density of a sintered compact is still more preferably [99% or more (less than 1% of namely, porosity) of] good preferably 97.5% or more (less than 2.5% of namely, porosity), it excels also in a water resisting property, and the water absorption which is equivalent to the rate of an open pore in this case serves as 0% of abbreviation, and thermal conductivity also serves as [a mechanical strength is also high and] a high value.
[0055] Since it is desirable for thermal conductivity to be more than 0.3 cal/cm-sec and ** as for the copper and the copper alloy which are used for a metal plate, aluminum, and especially an aluminium alloy, and such a metal plate has high thermal conductivity and conductivity is high, when the same configuration also compares with other metals, it is possible to pass a comparatively big current. For this reason, as a circuit plate which passes a fixed current, there is an advantage that thickness of a metallic circuit plate can be made thin, as compared with other metals. The copper of a single component and aluminum are desirable especially at the point that thermal conductivity and conductivity are high. As copper, generally it is 99.9% or more of copper purity, and oxygen free copper, tough pitch copper, phosphoric-acid copper, etc. are mentioned, and it is desirable.
[0056] A temperature requirement (800 degrees C thru/or about 1000 degrees C) may be made to heat-treat and join the junction approach of a magnesia sintered compact or a spinel-magnesia sintered compact, and a metal plate through the wax material containing an active metal when a metal plate was copper or a copper alloy plate, as not restricted to the approach shown in the example, for example, shown in Table 1 in the vacuum of 10 to 4 or more torrs, or inert gas. Or it is possible to also make it join by contacting the copper plate which oxidized oxygen beforehand in 100 thru/or the copper plate contained about 3000 ppm to a magnesia sintered compact or a spinel-magnesia sintered compact, and heat-treating it in 1000 in an inert gas ambient atmosphere thru/or a 1100-degree C temperature requirement. In this case, as the above-mentioned example also explained, the compound of copper, the congelation of the eutectic melt of a copper acid ghost and copper, and the component of a ceramic sintered compact is formed into a junctional zone, and is joined through this. Moreover, what is

necessary is just to heat in 550-650 degrees C, when a metal plate is aluminum or an aluminium alloy, and using an aluminum-silicon system alloy as wax material and joining.

[0057] Moreover, when joining through the silver-copper system alloy containing an active metal, as an active metal to contain, Ti is the most desirable, and the content has 2 - 8 desirable % of the weight. In being too few, distributing [of the active metal in a junction interface] becomes inadequate, bonding strength falls, in many [too], a ceramic sintered compact side corrodes too much, and bonding strength falls too. Moreover, from the field of thermal shock resistance, especially about 2 - 6 % of the weight is desirable.

[0058] In addition, although instantiation is not carried out one by one, this invention can add modification variously in the range which does not deviate from the main point.

[Translation done.]

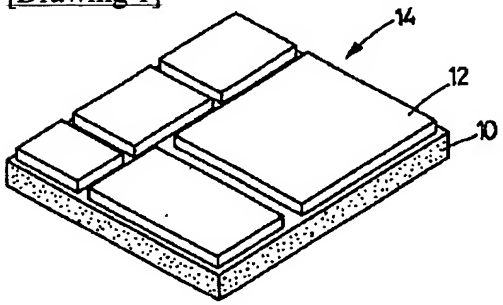
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

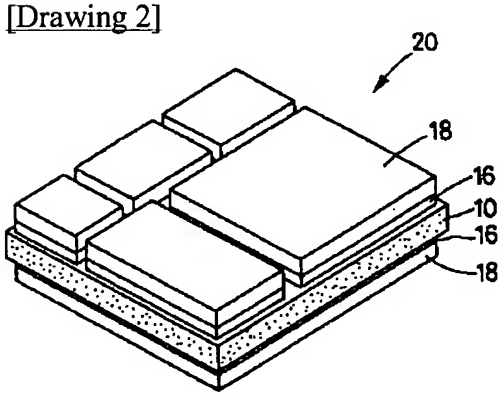
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

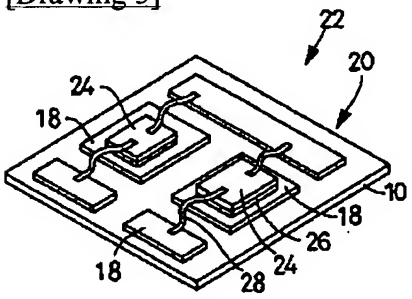
[Drawing 1]



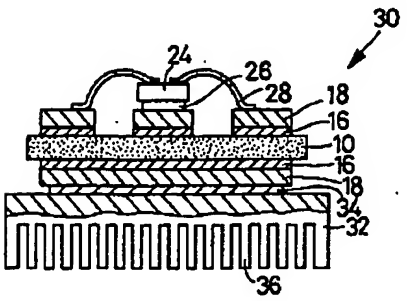
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平7－48180

(43)公開日　平成７年(1995)２月21日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｃ０４Ｂ　37/02	Ｂ			
Ｂ２３Ｋ　20/00	Ａ			

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全　９　頁）

(21)出願番号　特願平5－192345

(22)出願日　平成５年(1993)８月３日

(71)出願人　000004293
株式会社ノリタケカンパニーリミテド
愛知県名古屋市西区則武新町３丁目１番36号

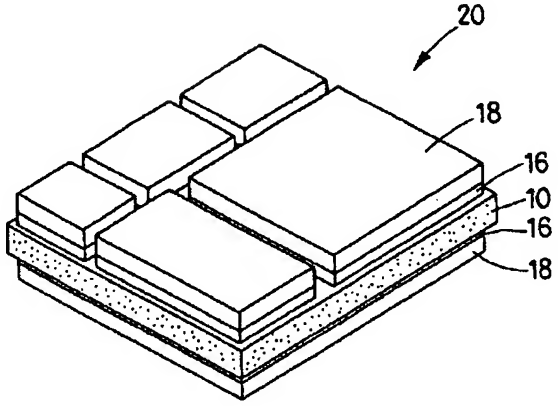
(72)発明者　平野　正典
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目１番36号　株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(72)発明者　山内　則義
愛知県名古屋市西区則武新町三丁目１番36号　株式会社ノリタケカンパニーリミテド内

(74)代理人　弁理士　池田　治幸　（外２名）

(54)【発明の名称】　セラミックス－金属接合体

(57)【要約】
【目的】　温度変化、特に低温と高温との間の加熱・冷却を長期に渡り繰り返すような熱衝撃が加わるヒートサイクル環境下において、セラミック焼結体と金属の剥離、セラミック焼結体のクラック等の問題を好適に緩和し得るセラミックス－金属接合体を提供する。
【構成】　セラミック接合基板２０は、セラミック基板（マグネシア基板）１０の両面に合金層（接合層）１６を介して銅板（金属体）１８が接合されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　セラミック焼結体に金属板が接合されているセラミックス－金属接合体であって、

該セラミック焼結体は、平均熱膨張率が９．５×１０$^{-6}$／℃以上であるマグネシア焼結体またはスピネル－マグネシア焼結体であり、該金属板は、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金のうちの何れかから成ることを特徴とするセラミックス－金属接合体。

【請求項２】　前記金属は銅または銅合金であって、前記金属板と前記セラミック焼結体が、活性金属を含有する合金層、銅と銅酸化物の共晶融体の凝固物層、或いは銅と前記セラミック焼結体の成分との化合物層のうちの何れかの接合層を介して接合されていることを特徴とする請求項１に記載されたセラミックス－金属接合体。

【請求項３】　前記金属板の少なくとも一部に回路が形成されており、前記セラミック焼結体は半導体実装用の基板或いはパッケージである請求項１に記載されたセラミックス－金属接合体。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】本発明は、セラミックス－金属接合体に関し、特に耐熱衝撃性に優れたセラミックス－金属接合体に関する。

【０００２】

【従来の技術】近年、コンピュータや通信機器はもとより、産業機器から家電製品に至るまで、あらゆる電子機器は小型化、高性能化の傾向が著しく、使用される半導体も大電力化、高集積化およびモジュール化の方向に進展しており、特に高出力ＩＣやパワーモジュール用の半導体実装基板には高い放熱特性が要求されている。熱エネルギーを放散させ、温度上昇を抑制する冷却部品としての放熱体、ヒートシンクとしては、従来、アルミナ、ベリリア、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、立方晶窒化ホウ素、ダイヤモンド等のセラミックスや、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、タングステン、モリブデン等の金属があり、目的に応じて選択され、或いは組み合わせて用いられている。中でも、アルミナや窒化アルミニウムは、熱伝導性、電気的絶縁性に優れ、機械的特性にも優れていることから、高放熱性と高絶縁性を兼ね備えた材料として、従来から例えば銅やアルミニウム等の回路板を接合してセラミックス基板として用いられている。特に、銅は高熱伝導且つ低抵抗であるため、大電力に対応するために必須のものとされている。

【０００３】

【発明が解決すべき課題】しかしながら、上記のアルミナ、窒化アルミニウムを含む一般的なセラミック焼結体の熱膨張率は３～９×１０$^{-6}$／℃程度であるのに対し、銅、アルミニウム等の金属の熱膨張率は１６×１０$^{-6}$／℃以上と大きい。したがって、これらセラミック焼結体と金属とを接合した場合、接合工程の冷却中に熱膨張率

2

の差に起因する大きな熱応力が発生して金属板の剥離やセラミック焼結体の割れが生じたり、或いは接合体中に残留応力が生じて充分な強度が得られない。また、これら接合体を周囲の温度変化や繰り返し熱衝撃が加わるようなヒートサイクル環境下で使用する場合、熱膨張率の差に起因して発生する熱応力によりセラミック焼結体の内部に割れが発生し、接着強度、気密性、電気絶縁性が低下したり、ついには金属板とセラミック焼結体との間に剥離が生じると共に、セラミック焼結体が破損に至る等の欠点があるため、信頼性の高い部品として使用することができないという問題があった。例えば、厚み０．３mmの銅箔を５０×３０×０．６３５mmのアルミナ基板の両面に接合した従来のヒートシンクの場合、－４０℃・３０分保持、１５０℃・３０分保持を繰り返すヒートサイクルテストにおいては、５０乃至２００サイクル程度で殆ど破損に至る。このため、上記のヒートシンクは、少なくとも１０００サイクル以上の高い耐熱衝撃性が必要とされるような高信頼性が要求される分野へは適用することができなかった。

【０００４】また、前記のアルミナ、窒化アルミニウム以外のセラミックヒートシンク材も、何れも熱膨張率がアルミナと同等程度かそれ以下であり、銅およびアルミニウムの熱膨張率との差が大きく、これら従来使用されているようなセラミックヒートシンク材と銅或いはアルミニウムとの接合体においても、上記のアルミナと銅を接合したヒートシンクの場合と同様に耐熱衝撃性に劣るという問題があった。

【０００５】そこで、セラミック焼結体と金属の接合界面に、両者の中間の熱膨張率を有する緩衝材や、特開昭５６－４１８７９号公報に開示されているような熱応力を塑性変形により吸収する展性に富む緩衝材等を介挿する方法が行われているが、前者の方法では、緩衝材とセラミック焼結体との間にも相当の熱膨張率の差があるため、それに起因する熱応力が生じるという問題があり、後者の方法では、発生する熱応力がきわめて大きい場合には緩衝材の塑性変形では応力が充分に吸収できないという問題があった。

【０００６】本発明は、以上の事情を背景として為されたものであって、その目的は、温度変化、特に低温（例えば－５０～－４０℃程度）と高温（例えば＋１５０℃程度）との間の加熱・冷却を長期に渡り繰り返すような熱衝撃が加わるヒートサイクル環境下において、セラミック焼結体と金属の剥離、セラミック焼結体のクラック等の問題を好適に緩和し得るセラミックス－金属接合体を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成するために、本発明の要旨とするところは、セラミック焼結体に金属板が接合されているセラミックス－金属接合体であって、そのセラミック焼結体は、平均熱膨張率が９．

５×１０$^{-6}$／℃以上であるマグネシア焼結体またはスピネルーマグネシア焼結体であり、該金属板は、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金のうちの何れかから成ることを特徴とする。

【０００８】

【作用および発明の効果】このようにすれば、セラミック焼結体として熱膨張率が比較的大きく９．５×１０$^{-6}$／℃以上であるマグネシア焼結体およびスピネルーマグネシア焼結体が用いられているため、接合される金属板との熱膨張率の差が小さくなる。そのため、接合する際の残留応力が低減されると共に、温度変化が大きい、特に加熱・冷却を長期に渡り繰り返すような熱衝撃が加わるヒートサイクル環境下においても、発生する熱応力が大幅に低減されて、セラミック焼結体と金属板との剥離やセラミック焼結体のクラックの発生が好適に緩和され、耐久性、信頼性に優れたセラミックスー金属接合体が得られる。また、金属板に高熱伝導率の銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金の何れかが用いられているため、高い放熱性が得られ、一層耐久性、信頼性に優れたセラミックスー金属接合体が得られる。例えば、前記の５０×３０×０．６３５mmの寸法形状において、従来のアルミナ或いは窒化アルミニウム基板に銅板を接合した場合と比較して、少なくとも１０倍以上すなわち、５００サイクル以上の耐熱サイクル特性を有する。

【０００９】また、好適には、前記金属板は銅または銅合金であって、その金属板と前記セラミック焼結体が、活性金属を含有する合金層、銅と銅酸化物の共晶融体の凝固物層、或いは銅と前記セラミック焼結体の成分との化合物層のうちの何れかの接合層を介して接合されている。このようなセラミックスー金属接合体は、金属板と接合層、セラミック焼結体と接合層がそれぞれ強固に接合されて、高い接合強度が得られる。

【００１０】また、好適には、前記金属板の少なくとも一部に回路が形成されており、前記セラミック焼結体は半導体実装用の基板或いはパッケージである。このようなセラミックスー金属接合体は、パワー半導体モジュール等に用いられた際には、半導体や電子部品等で発生した熱が好適に放散されると共に、温度変化が生じた際にも剥離、クラック等の発生がなく、また、金属板に用いられている銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金は低抵抗でもあるため、大電流、大電力回路用として高信頼性を要求される基板或いはパッケージとして好適であり、パワートランジスタモジュール、マイクロ波トランジスタモジュール、パワーハイブリッドＩＣ基板等に用いられ得る。

【００１１】

【実施例】以下に、本発明の一実施例を、図面を参照して説明する。

【００１２】表１の組成の活性金属を含有する銀ー銅系混合粉末に例えばエチルセルロースとテルピネオールを主成分とするビヒクルを添加・混合し、例えば三本ロールミルで混練して混合粉末ペーストP1～P13 を作製した。また、別途表１の組成の、活性金属を含有する銀ー銅系合金箔（厚さ５０μm）H1～H13 を用意した。

【００１３】

【表１】

No.	化学組成（重量%）						
	Ag	Cu	Ti	Sn	Ni	Zr	In
1	68.6	26.7	4.7				
2	72.0	27.5	0.5				
3	71.6	27.9	0.5				
4	72.0	26.0	2.0				
5	70.6	27.4	2.0				
6	72.0	24.0	4.0				
7	69.1	26.9	4.0				
8	67.7	26.3	6.0				
9	66.2	25.8	8.0				
10	60.0	28.0	2.0	10.0			
11	61.5	22.0	2.0				14.5
12	72.0	24.0	2.0		2.0		
13	72.0	26.0				2.0	

【００１４】次に、例えば、マグネシウム化合物（例えば水酸化マグネシウム、塩基性炭酸マグネシウム等のマグネシウム塩）を熱分解して得られるマグネシウム粉末に、必要に応じて焼結助剤を添加して加圧成形後、所定の温度（例えば１２００乃至１８５０℃）で焼結して、例えば５０×３３×０．６mmの寸法の表２に示すNo.1～No.8のセラミック基板（マグネシア基板）１０を得た。このセラミック基板１０の両面に前記の混合粉末ペーストP1～P13 を約２０μmの厚さで印刷後、１３０℃で乾燥し、印刷層１２が両面に形成された１０４種の図１に示すような印刷基板１４を得た。この印刷基板１４の一方の面（図１における上面）には、図１においては模式的に示す所定の回路パターンが形成されている。次に、これら印刷基板１４を例えばN_2雰囲気下６００℃で脱脂し、印刷基板１４の両面の印刷層１２上にそれぞれ厚さ３００μmおよび３５０μmの無酸素銅板を載置し、スペーサを介して例えば０．３g／mm^2 の荷重をかけて例えば５×１０$^{-5}$ torrの真空中８５０℃で１５分間加熱処理して図２に示すような、セラミック基板１０の両面に合金層１６を介して銅板１８が接合されたセラミック接合基板２０を得た。なお、本実施例においては、合金層１６が接合層に相当する。

【００１５】

【表２】

No.	組成				相対密度 (%)	曲げ強度 (kg/mm²)	熱膨張率 (x10⁻⁶/℃)	熱伝導率 (cal/cm·sec·℃)
	主成分	純度 (wt%)	副成分	含有量 (wt%)				
1	MgO	99.9	—	—	99.5	32	14.3	0.135
2	MgO	99.0	—	—	98.0	21	13.8	0.118
3	MgO	99.0	Y_2O_3	5.0	99.5	30	13.5	0.115
4	MgO	99.0	ZrO_2	1.0	99.2	35	13.5	0.100
5	MgO	97.0	ZrO_2	3.0	99.3	39	13.0	0.090
6	MgO	99.9	SiO_2	0.05	99.7	30	13.9	0.150
7	MgO	99.0	SiO_2	0.9	99.0	25	13.6	0.142
8	MgO	98.5	SiO_2	1.0	97.5	20	13.3	0.095
9	Al_2O_3	96.0	CaO, MgO, SiO_2		99.0	39	8.1	0.050
10	AlN	97.0	Y_2O_3		99.5	41	5.3	0.430

【００１６】また、別途上記の表２に示すNo.1～No.8のセラミック基板１０の両面に前記合金箔H1～H13 を所定の形状に切断して載置し、更にこの合金箔上に厚さ３００μmの無酸素銅板を載置し、スペーサを介して例えば０．３g／mm² の荷重をかけて、例えば５×１０⁻⁵ torrの真空中８５０℃で１５分間加熱処理して、前述の混合粉末ペーストP1～P13 を用いた場合と同様に、図２に示すようなセラミック基板１０の両面に合金層１６を介して銅板１８が接合されたセラミック接合基板２０を得た。

【００１７】また、前記セラミック基板と同寸法・形状のNo.9のアルミナ基板およびNo.10の窒化アルミニウム基板を別途用意し、上記と同様に混合粉末P1～P13 および合金箔H1～H13 を用いて、比較例として銅－アルミナ接合基板、銅－窒化アルミニウム接合基板をそれぞれ作製した。

【００１８】これらの得られたセラミック接合基板２０および銅－アルミナ接合基板、銅－窒化アルミニウム接合基板の接合強度をピール強度試験により測定したところ、何れの試料も１０ｋｇ／ｃｍ以上であった。なお、ピール強度試験は、接合基板に引張端子を接合し、銅板をセラミック基板に対して９０° の方向に引張試験機で引き剥がし、剥がれた際の荷重を測定して求めたものである。

【００１９】次に、セラミック接合基板２０および銅－アルミナ接合基板、銅－窒化アルミニウム接合基板の耐熱衝撃性を評価するため、熱衝撃試験機内で－５０℃に３０分保持後、１５０℃に加熱し、３０分保持する一連の工程を１サイクルとする試験を繰り返し行った。なお、温度調節は試験機内に冷気或いは熱気を送り込むことによりきわめて速やかに行った。この結果、セラミック接合基板２０（すなわち表２のNo.1～No.8のマグネシア基板を用いた接合基板）は、何れも２０００サイクル後もクラック、剥離の発生は認められなかった。これに対し、同時に試験を行った比較例であるNo.9, No.10 の銅－アルミナ接合基板および銅－窒化アルミニウム接合基板は、何れの試料もそれぞれ１００乃至１５０サイクル後および５０乃至１００サイクル後にセラミック側に割れが発生すると共に銅板が剥離した。以上の試験から、本実施例のセラミック接合基板２０は、高い接合強度を有すると共に、従来の１０倍以上の高い耐熱衝撃性を有することが確認された。

【００２０】すなわち、本実施例のセラミック接合基板２０は、セラミック基板１０として熱膨張率が比較的大きなマグネシア焼結体が用いられているため、接合された銅板１８との熱膨張率の差が小さい。したがって、温度変化が生じた際にも熱膨張率の差に起因して発生する熱応力が比較的小さく、従来のアルミナ基板および窒化アルミニウム基板が用いられた接合基板に比して高い耐久性を示すのである。

【００２１】また、マグネシア焼結体は、表２に示すように熱伝導率がアルミナよりも比較的大きいため比較的放熱性に優れ、ヒートシンク等に用いられた際にセラミック基板１０側で発生した熱が金属板すなわち銅板１８側から好適に伝達されて金属板側から好適に放散され、一層信頼性が高いセラミックス－金属接合体が得られ

る。

【００２２】また、金属体として高熱伝導率、低抵抗の銅板１８が用いられ、一方の面の銅板１８には回路が形成されているため、放熱性に優れていると共に大電流に対応することができ、大電力回路用としても信頼性が高いセラミックス－金属接合体が得られる。

【００２３】また、セラミック基板１０と銅板１８とが活性金属を含む銀－銅系合金層を介して接合されるため、加熱処理時に活性金属がセラミック基板１０と銅板１８の界面近傍で拡散して、一層高い接合強度が得られる。

【００２４】また、接合する金属板として無酸素銅板が用いられているため、銅板と合金層との濡れ性が良好であり、且つ、接合層中の活性金属と銅板中の酸素との反応に起因する活性金属の活性の低下がないので、銅板とセラミック焼結体との強固な接合体が得られる。

【００２５】また、略同厚みの銅板１８がセラミック基板１０の両面に接合されているため、温度変化に起因する熱応力が発生した際にも両面で発生した熱応力が相殺されて、一層耐久性の高いセラミック接合基板２０が得られる。

【００２６】なお、本実施例のセラミック接合基板２０は、上述のように熱応力が低減される構造とされているため、従来の接合基板に比して、前記加熱処理時の冷却時間を短くすることが可能である。したがって、製造工程が短縮されるとともに加熱処理の制御が簡単になって、低コスト化が為される。なお、従来よりもきわめて早い冷却速度（すなわち、銅－アルミナ接合基板であれば剥離或いはアルミナ基板のクラックが生じる速度）を採ったセラミック接合基板２０を、前記熱衝撃試験機で評価したところ、１０００サイクル以上の耐熱衝撃性を有することが確認された。

【００２７】次に、本発明の他の実施例を説明する。

【００２８】表１の組成の活性金属を含有する銀－銅系混合粉末に対し、２０内部重量％の高融点金属粉末（例えば、タングステン（W）粉末またはモリブデン（Mo）粉末或いはこれらの混合粉末）を加えた後、前記第１実施例と同様にして、銀－銅系混合粉末にW或いはMoを含有する１３種類のペーストP14 ～P26 を作製した。

【００２９】次に、表２のNo.1～No.8のマグネシア基板を用い、第１実施例と同様にして基板１０両面に上記ペーストP14 ～P26 を印刷し、脱脂後無酸素銅板を載置して、1×10^{-5} torrの真空中８５０℃で１５分間加熱して図２に示すようなセラミック基板１０の両面に銅板１８が接合されたセラミックス－金属接合基板２０を得た。得られた接合基板２０のピール強度は何れも１０ｋｇ／ｃｍ以上であった。この接合基板２０も第１実施例と同様に耐熱衝撃性を評価したところ、何れも２０００サイクル後においてセラミック基板１０のクラックや銅板１８の剥離は認められなかった。

【００３０】本実施例においても、前述の第１実施例と同様にセラミック基板１０と銅板１８との熱膨張率差が小さく、発生する熱応力が緩和されるために、高い耐熱衝撃性を有し、高い信頼性のセラミックス－金属接合体が得られる。また、本実施例においては、セラミック基板１０と銅板１８とが銀－銅系混合粉末に高融点金属粉末が含有された合金層を介して接合されているため、合金層の熱膨張率が高融点金属により小さくされて、セラミック基板１０と銅板１８との熱膨張率の差に起因する熱応力が一層低減され、一層耐熱衝撃性に優れ、高い信頼性を有するセラミックス－金属接合体が得られる。

【００３１】次に、本発明の更に他の実施例を説明する。

【００３２】例えばマグネシア粉末とスピネル粉末を所定の割合で混合して加圧成形することによって得られた、５０×３３×０．６ｍｍの寸法の表３に示したNo.11 ～No.16 のスピネル－マグネシア基板（焼結体）を用いた以外は第１実施例と同様にして前記混合粉末ペーストP1～P13 および合金箔（厚さ５０μｍ）H1～H13 を用いて、図２に示すように無酸素銅板が基板両面に接合されたセラミックス接合基板（スピネル－マグネシア系接合基板）２０を得た。また、比較例としてNo.17のスピネル基板を用いて同様にして銅－スピネル接合基板を作製した。これらの得られたセラミック接合基板２０および銅－スピネル接合基板のピール強度を測定したところ、何れも１０ｋｇ／ｃｍ以上の値を示した。

【００３３】

【表３】

9　　10

No.	組成			相対密度 (%)	曲げ強度 (kg/mm²)	熱膨張率 (x10⁻⁶/℃)	熱伝導率 (cal/cm·sec·℃)
	MgO (wt%)	Al_2O_3 (wt%)	MgO+Al_2O_3 純度(%)				
１１	50	50	99.5	99.2	44	9.6	0.045
１２	65	35	99.5	99.5	45	11.1	0.072
１３	80	20	99.5	99.5	40	12.5	0.099
１４	90	10	99.9	99.5	35	13.4	0.117
１５	95	5	99.9	99.5	34	13.8	0.125
１６	97	3	99.9	99.5	34	14.2	0.130
１７	28	72	99.5	99.5	32	7.6	0.035

【００３４】次に、上記のセラミック接合基板２０および銅－スピネル接合基板を第１実施例と同様に耐熱衝撃性を評価したところ、セラミック接合基板２０は、何れも１０００サイクル後においてもセラミック基板１０のクラックや銅板１８の剥離は認められなかった。これに対し、比較例の熱膨張率が７．６×１０$^{-6}$と低いNo.17の組成の基板を用いた銅－スピネル接合基板は、２００サイクル後に基板にクラックが発生すると共に、銅板１８の剥離が生じた。

【００３５】すなわち、本実施例においても、セラミック接合基板２０は、第１実施例と同様に、セラミック基板１０と銅板１８との熱膨張率の差が小さいため、温度変化が生じた際に発生する熱応力が低減され、高い耐熱衝撃性、耐久性を示すのである。

【００３６】また、本実施例においては、マグネシアにスピネルが混合されたセラミック焼結体を基板として用いているため、マグネシア焼結体の消化による基板の損傷が抑制されて、一層高い耐久性と信頼性が得られる。これは、マグネシアの結晶粒界にスピネルが分散されることによりマグネシアの結晶表面が保護されているためと考えられる。

【００３７】次に本発明の更に他の実施例を説明する。

【００３８】５０×３３×０．６mmの寸法の表２のNo.1～No.8（マグネシア焼結体）、表３のNo.11 ～No.16（スピネル－マグネシア焼結体）のセラミック基板１０に対し、タフピッチ電解銅箔（厚さ３００μmおよび３５０μm）を基板の上、下面に載置し、N_2 雰囲気中約１０７５℃の温度で５分間加熱処理して接合させ、図２に示すようなセラミック接合基板２０を得た。また、No.9のアルミナ基板、No.10 の窒化アルミニウム基板およびNo.17 のスピネル基板を用い、同様にして銅－アルミナ接合基板、銅－窒化アルミニウム接合基板、銅－スピネル接合基板を得た。これら得られた接合基板のピール強度を測定したところ、何れも１０ｋｇ／ｃｍ以上の値を示した。

【００３９】次に、これらセラミック接合基板２０、銅－アルミナ接合基板、銅－窒化アルミニウム接合基板、銅－スピネル接合基板を第１実施例と同様に耐熱衝撃性を評価したところ、セラミック接合基板２０（すなわちNo.1～No.8のマグネシア接合基板およびNo.11 ～No.16のスピネル－マグネシア接合基板）は、何れも１０００サイクル後においてセラミック基板１０のクラックや銅板１８の剥離は認められなかった。これに対し、比較例であるNo.9の銅－アルミナ接合基板、No.10 の銅－窒化アルミニウム接合基板、No.17 の銅－スピネル接合基板はそれぞれ１５０、１００、１５０サイクル後にセラミック基板側にクラックが発生すると共に、銅板が剥離した。

【００４０】すなわち、本発明においても、第１実施例と同様に、セラミック基板１０と銅板１８との熱膨張率の差が小さいため、温度変化が生じた際に発生する熱応力が低減され、高い耐熱衝撃性、耐久性を示すのである。

【００４１】なお、本実施例においては、銅板１８はセラミック基板１０との共晶反応或いはセラミック基板１０の成分（主成分、焼結助剤、ガラス形成物質等）との化合物により接合されており、接合層には共晶融体の凝固物或いは前記化合物が生成されている。

【００４２】次に、本発明の更に他の実施例を説明する。

【００４３】５０×３３×０．６mmの寸法の表２、表３のNo.1～No.8およびNo.11 ～No.16 のセラミック基板１０に対し、厚さ５０μmのアルミニウム－シリコンろう材を介してアルミニウム板（厚さ３００μm）を基板の上下面に載置し、スペーサを介して例えば０．３ｇ／mm^2 の荷重をかけて１０$^{-5}$ torrの真空中６１０℃の温

度で１５分間加熱処理して図２に示すように両面にアルミニウム板が接合されたセラミック接合基板２０を得た。同時に、No.9, No.10 , No.17 のアルミナ基板、窒化アルミニウム基板、スピネル基板を同様に処理してアルミニウムーアルミナ接合基板、アルミニウムー窒化アルミニウム接合基板、アルミニウムースピネル接合基板を得た。これら得られた接合基板のピール強度を測定したところ、何れも８ｋｇ／ｃｍ以上であった。

【００４４】次に、これらの接合基板を第１実施例と同様の方法で耐熱衝撃性を評価したところ、セラミック接合基板２０（すなわちNo.1～No.8のマグネシア接合基板およびNo.11 ～No.16 のスピネルーマグネシア接合基板）は、何れも１０００サイクル後においてもセラミック基板１０のクラックやアルミニウム板１８の剥離は認められなかった。これに対し、比較例であるNo.9のアルミニウムーアルミナ接合基板、No.10 のアルミニウムー窒化アルミニウム接合基板、No.17 のアルミニウムースピネル接合基板はそれぞれ１５０、１００、１５０サイクル後にセラミック基板側にクラックが発生すると共に、アルミニウム板が剥離した。

【００４５】すなわち、本実施例においても、セラミック接合基板２０は、第１実施例と同様に、セラミック基板１０とアルミニウム板１８との熱膨張率の差が従来より小さくされているため、温度変化が生じた際に発生する熱応力が低減され、高い耐熱衝撃性、耐久性を示すのである。

【００４６】図３は、本発明の一実施例である前記のセラミック接合基板２０が、パワー半導体モジュール２２に適用された例を模式的に示す図である。セラミック接合基板２０の一方の面に回路パターンを有して接合された銅板１８の一部には、半導体素子２４が半田層２６を介して接合されている。また、半導体素子２４は、配線２８により銅板１８の他の部分に接続されている。このパワー半導体モジュール２２に用いられているセラミック接合基板２０は、前述の実施例で説明したようにセラミック基板１０の、上記半導体素子２４が接合されている面とは反対側の面にも放熱板としての銅板１８が接合されて（図２参照）、半導体素子２４で発生した熱が好適に放散されるようになっており、優れた耐熱衝撃性、耐久性、信頼性を有する。なお、本実施例においては、合金層１６は省略して示してある。

【００４７】図４は、前記セラミック接合基板２０が、他のパワー半導体モジュール３０に適用された例を模式的に示す断面図である。セラミック基板１０に半導体素子２４が接合されている面の側の構造は、上述のパワー半導体モジュール２２と概略同様であるので説明を省略する。セラミック基板１０の反対側の面には、合金層１６を介して銅板１８が接合され、更に、ヒートシンク３２が半田層３４を介して接合されている。そのため、上記のパワー半導体モジュール２２に比較して一層効率よく半導体素子２４で発生した熱が放散される。なお、ヒートシンク３２には、一層放熱効率を高めるため、半田層３４の反対側に多くのフィン３６が設けられて表面積を大きくされている。また、本実施例においては、銅板１８は放熱板としてではなく、導体として回路の一部を形成して用いられている。

【００４８】以上、本発明の一実施例を詳細に説明したが、本発明は更に別の態様でも実施される。

【００４９】マグネシア焼結体、スピネルーマグネシア焼結体の形状は、実施例の板状の他、円柱状等用途に応じたものにでき、粉末成形体の成形方法は、ドクターブレード法、粉末加圧成形法、射出成形法等が用途や形状に応じて選択される。

【００５０】また、マグネシウム焼結体の製法は実施例で示したものに限られず、例えば、高純度の金属マグネシウムを高純度の酸素気流中で燃焼（気相酸化）させることによって得られた高純度マグネシウム粉末を用い、必要に応じて焼結助剤を添加し、所定の形状に成形後焼成することによっても良い。このようにすれば一層高純度のマグネシウム焼結体が得られる。上記マグネシウム粉末は凝集が少なく、焼結性に優れ、特に好ましいものである。

【００５１】また、スピネルーマグネシア焼結体の製法は実施例で示したものに限られず、例えば、マグネシア化合物とスピネル化合物との混合物を熱分解して得られたスピネルーマグネシア粉末を用いて成形・焼成しても良い。なお、スピネルーマグネシア混合粉末或いはスピネル粉末の合成方法は、マグネシウム塩とアルミニウム塩とをスピネルーマグネシア混合組成或いはスピネル組成になるように混合して共沈物を得る方法（共沈法）や、凍結乾燥法、噴霧熱分解法、アルコキシド法、水中火花放電法等が好ましい方法として挙げられる。

【００５２】マグネシア焼結体およびスピネルーマグネシア焼結体には、焼結助剤や副成分が２０重量％以下の範囲で含有されていても差し支えない。但し、焼結体の特性は熱膨張率が９．５×10^{-6}／℃以上、好ましくは１１×10^{-6}／℃以上、更に好ましくは１２．５×10^{-6}／℃以上が熱応力を低減し、高い耐久性と信頼性を得るために望ましい。すなわち、接合する金属体の熱膨張率にできるだけ近づけることにより耐熱サイクル特性が向上する。また、熱伝導率は０．０４cal/cm・sec ・℃以上、好ましくは０．０７cal/cm・sec ・℃以上、更に好ましくは０．０９cal/cm・sec ・℃以上であることが放熱性の面からは望ましい。

【００５３】また、マグネシア焼結体およびスピネルーマグネシア焼結体の曲げ強度は、１５ｋｇｆ／mm^2 以上であることが必要である。１５ｋｇｆ／mm^2 未満では耐熱衝撃性が不充分なものとなる。好ましくは２０ｋｇｆ／mm^2 以上、更に好ましくは２５ｋｇｆ／mm^2 以上であることが望ましい。耐熱衝撃性は曲げ強度の関

数であり、曲げ強度を一層高くすることにより、一層高い耐熱衝撃性が得られる。

【００５４】また、マグネシア焼結体およびスピネルーマグネシア焼結体は相対密度が９５％以上すなわち気孔率５％未満であることが好ましい。気孔率が高くなると機械的強度が低下すると共に、開気孔が増加して吸水性を有することになり、焼結体の耐水性（すなわち耐消化性或いは耐水和性）が低下するからである。焼結体の相対密度は好ましくは９７．５％以上（すなわち、気孔率２．５％未満）、更に好ましくは９９％以上（すなわち、気孔率１％未満）が良く、この場合は開気孔率に相当する吸水率は略０％となって、耐水性にも優れ、機械的強度も高く、熱伝導率も高い値となる。

【００５５】金属板に用いられる、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金は、特に、熱伝導率が０．３cal/cm・sec ・℃以上であることが望ましく、このような金属板は、熱伝導率が高く、また、導電率が高いので、同一形状でも他の金属と比較した場合に比較的大きな電流を流すことが可能である。このため、一定の電流を流す回路板としては、他の金属と比較し、金属回路板の厚みを薄くできるという利点がある。熱伝導率、導電率が高いという点では中でも単一成分の銅、アルミニウムが好ましい。銅としては、一般に銅純度９９．９％以上であって、無酸素銅、タフピッチ銅、リン酸銅等が挙げられ、好ましいものである。

【００５６】マグネシア焼結体またはスピネルーマグネシア焼結体と金属板との接合方法は、実施例で示した方法に限られず、例えば、金属板が銅または銅合金板の場合、表１に示したような活性金属を含有するろう材を介し、10^{-4} torr以上の真空中あるいは不活性ガス中にて８００℃乃至１０００℃程度の温度範囲に加熱処理して接合させても良い。或いは、酸素を１００乃至３０００ｐｐｍ程度含有する銅板か予め酸化処理した銅板をマグネシア焼結体またはスピネルーマグネシア焼結体に接触させ、不活性ガス雰囲気中１０００乃至１１００℃の温度範囲で加熱処理することにより接合させることも可能＊である。この場合は、前述の実施例でも説明したように、銅と銅酸化物の共晶融体の凝固物や、銅とセラミック焼結体の成分との化合物が接合層中に形成され、これを介して接合される。また、金属板がアルミニウムまたはアルミニウム合金の場合に、アルミニウムーシリコン系合金をろう材として用いて接合するときは、５５０～６５０℃の範囲で加熱すれば良い。

【００５７】また、活性金属を含有する銀ー銅系合金を介して接合する場合は、含有される活性金属としてはＴｉが最も好ましく、また、その含有量は２～８重量％が好ましい。少なすぎる場合には接合界面での活性金属の分散が不充分となって接合強度が低下し、多すぎる場合にはセラミック焼結体側が過度に浸食されてやはり接合強度が低下する。また、耐熱衝撃性の面からは、２～６重量％程度が特に好ましい。

【００５８】その他、一々例示はしないが、本発明はその主旨を逸脱しない範囲で種々変更を加え得るものである。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例のセラミックスー金属接合体の製造過程を説明する斜視図である。

【図２】本発明の一実施例のセラミックスー金属接合体を示す斜視図である。

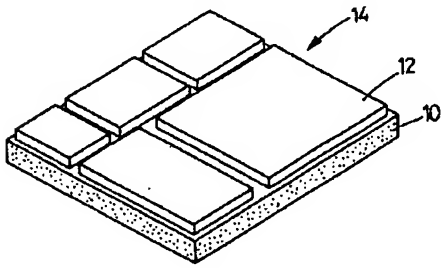
【図３】本発明の一実施例のセラミックスー金属接合体がパワー半導体モジュールに適用された一例を示す斜視図である。

【図４】本発明の一実施例のセラミックスー金属接合体が他のパワー半導体モジュールに適用された一例を示す断面図である。

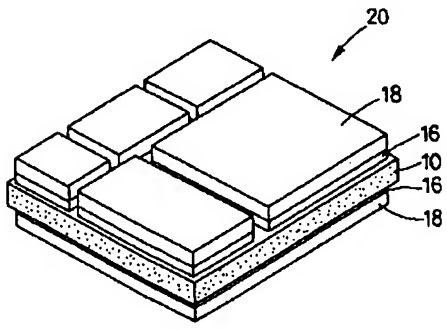
【符号の説明】

１０：セラミック基板
１６：合金層（接合層）
１８：銅板（金属体）
２０：セラミック接合基板（セラミックスー金属接合体）

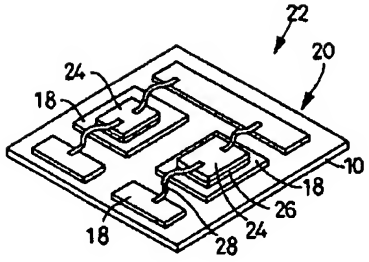
【図１】



【図２】



【図3】



【図4】

